2 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ, РАСЧЕТ И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

Практическая работа №2

2.1 Цель работы

Изучить устройство вентиляторов местного проветривания, требования, предъявляемые к установкам местного проветривания ПБ. Научиться определять требуемое количество воздуха, подаваемого в забой; аэродинамическое сопротивление выработок; депрессию на участке; эквивалентное отверстие сети; выбирать вентилятор и вентиляционные трубы.

2.2 Общие сведения о конструкциях вентиляторов местного проветривания и предъявляемых к ним требованиях

Вентиляторные установки местного проветривания состоят из вентиляторов с приводами, вентиляционных воздухопроводов, пусковой аппаратуры и аппаратуры контроля и автоматизации. Они снабжаются одним и реже двумя вентиляторами. Вентиляторные установки местного проветривания располагаются в подземных выработках (рисунок 3).

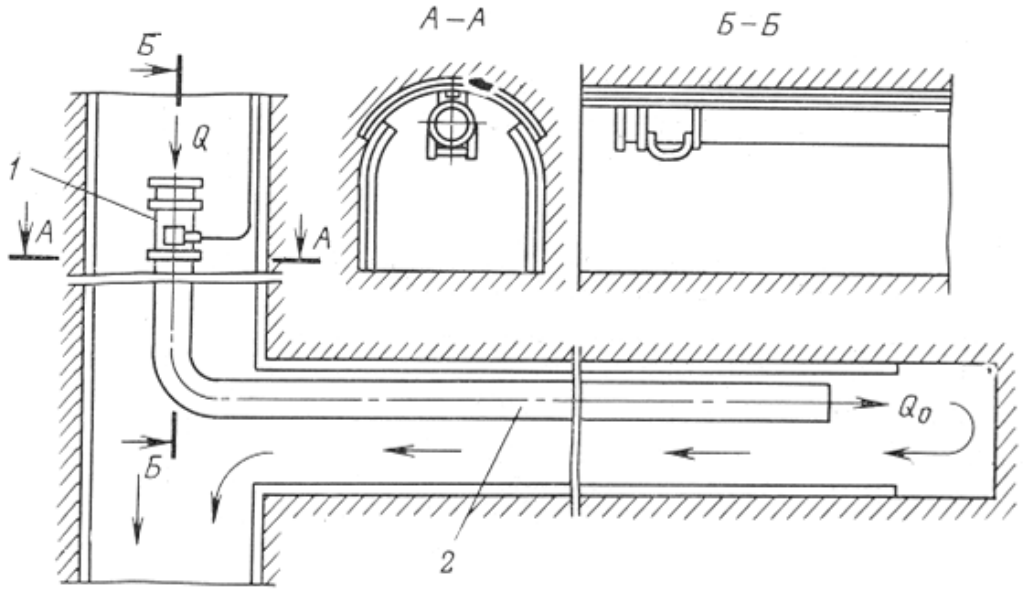


Рисунок 3 – Схема вентиляторной установки местного проветривания

. При *нагнетательном* способе проветривания вентилятор 1 устанавливается в выработке со свежей струей воздуха на расстоянии не менее 10 м от исходящей струи и по трубопроводу 2 подает свежий воздух в забой. Загрязненный воздух удаляется из забоя по выработке.

При *всасывающем* способе проветривания свежий воздух в забой поступает по проветриваемой выработке, а загрязненный воздух отсасывается из забоя по трубопроводу и нагнетается в исходящую струю.

Трубопроводы вентиляторных установок местного проветривания изготавливают из тонколистовой стали, фанеры, прорезиненных тканей, капрона или полихлорвинила.

Расстояние от конца вентиляционных труб до забоя не должно превышать в газовых шахтах 8 м, в негазовых – 12 м.

Вентиляторы местного проветривания предназначены для проветривания тупиковых выработок, куда воздух нагнетается по трубам диаметром 300÷1000 мм.

Стандартом предусматривается изготовление вентиляторов местного проветривания двух типов: осевых одноступенчатых с электрическим (ВМ) или пневматическим (ВМП) приводами, а также центробежных с электрическими приводами и осевым выходом потока (ВМЦ).

Вентиляторы ВМ выпускают шести типоразмеров: ВМ-3М, ВМ-4М, ВМ-5М, ВМ-6М, ВМ-8М, ВМ-12М (цифры обозначают диаметр выходного патрубка в дециметрах). Вентиляторы ВМ-3М и ВМ-4М имеют нерегулируемый направляющий аппарат.

Вентиляторы типа ВМ имеют одинаковую конструктивную схему и отличаются размерами и конструкцией отдельных узлов. Основными узлами вентилятора ВМ-6М (рисунок 4) являются входной направляющий аппарат 1, рабочее колесо 2, спрямляющий аппарат 3, встроенный электродвигатель 4, кабельный ввод 5 и салазки 6.

Регулируемый входной направляющий аппарат состоит из девяти профильных гибких (резиновых) лопаток с поворотными закрылками. Поворот закрылок осуществляется на угол $+30\div -50^0$ при работающем вентиляторе поворотом вала механизма поворота закрылков с помощью торцового ключа.

Рабочее колесо состоит из крученых (винтообразных) съемных лопаток (у ВМ-5М - шесть лопаток, у ВМ-6М, ВМ-8М и ВМ-12М – по семь лопаток). Профильная часть лопаток выполнена из капрона со стальной арматурой с хвостовиками для их крепления к конической втулке рабочего колеса.

Спрямляющий аппарат состоит из крученных листовых лопаток, приваренных к кожуху и втулке, в которую встраивается электродвигатель. Съемная конструкция электродвигателя позволяет заменять вышедший из строя двигатель запасным в условиях шахты.

Кожух вентилятора снабжен съемными салазками и рым-болтами для установки вентилятора на почве или для подвески к кровле выработки.

Глушители шума (ГШ) присоединяются к вентилятору с нагнетательной и всасывающей сторон, когда вентиляторные установки расположены вблизи рабочих мест.

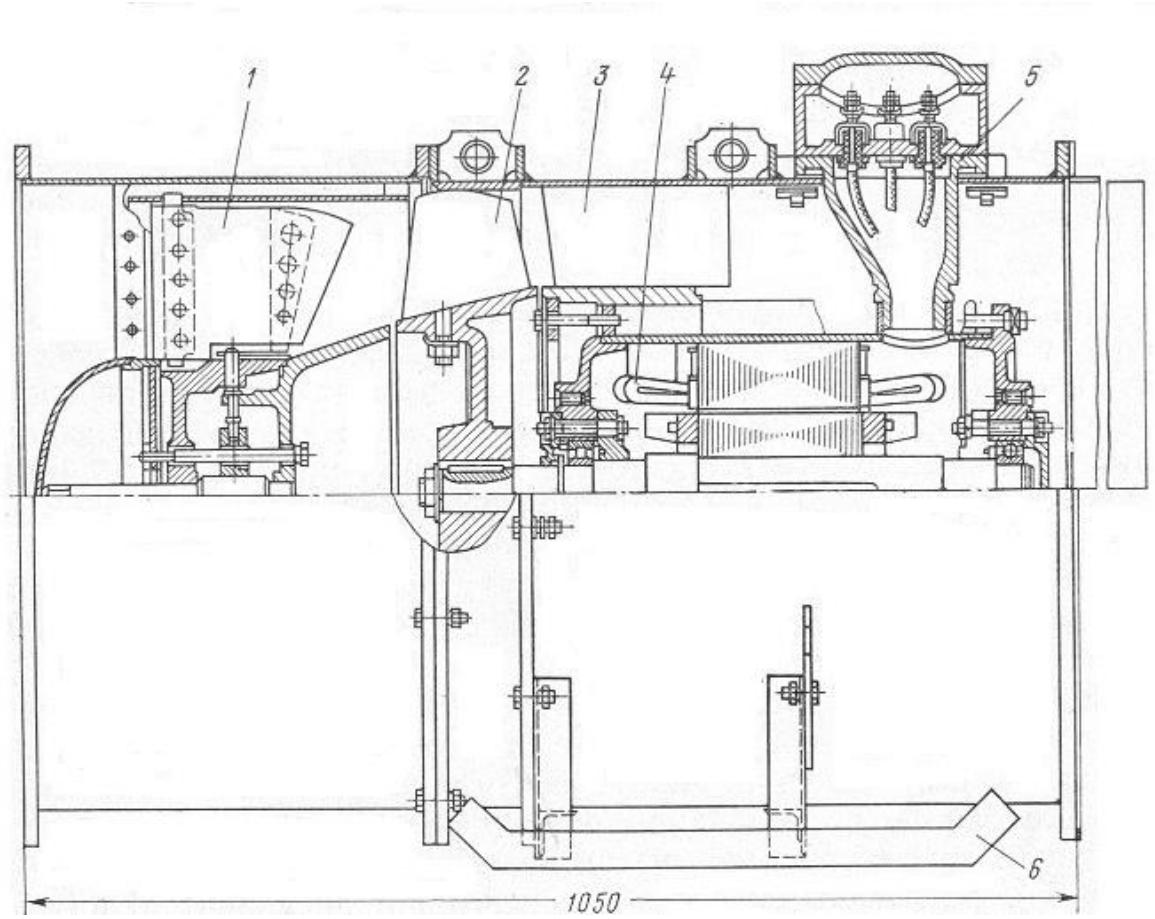


Рисунок 4 – Вентилятор ВМ-6М

2.3 Определение основных параметров

2.3.1 Задача 1

Условие задачи: требуется выбрать вентилятор и вентиляционные трубы для проветривания забоя подготовительной выработки заданной длины L и категории шахты по газу или пыли (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Исходные данные к задаче 1

Параметры	Номер варианта					
	1	2	3	4	5	6
Р, чел.	15	16	17	18	19	20
L, м	90	95	100	110	120	115
категория	I	II	III	I	II	III
А, кг	16	18	20	22	24	26
$А_С$, т	45	50	55	60	65	70

При расчете вентиляторной установки местного проветривания необходимо определить количество воздуха, подаваемого в забой, и депрессию на участке; выбрать наиболее выгодный тип вентилятора.

Расчет производится следующим образом.

1.Количество воздуха, подаваемого в забой $Q_{ЗАБ}$, определяют, согласно требованиям ПБ /5/:

по фактору людей $Q_{ЗАБ}$, $м^3$/мин,

$$Q_{ЗАБ} = 6 \cdot P,$$

(2.1)

где P – число работающих в смену людей.

По фактору газовыделения при взрывных работах $Q_{ЗАБ}$,$м^3$/с,

$$Q_{ЗАБ} = \frac{A \cdot B}{T \cdot a},$$

(2.2)

где A – расход ВВ (взрывчатых веществ) за один цикл взрывания, кг;

B – количество ядовитых газов, выделившихся из 1 кг ВВ, согласно ЕПБ B = 0,04 $м^3$/кг /5/;

T – время проветривания, с;

a - допустимая концентрация ядовитых продуктов взрыва, %. При T=1800 с a=0,008%, при T>1800 с a=0,0016%.

Потребное количество воздуха принимают по максимальному значению из полученных результатов. Причем необходимо учитывать категорию шахты по газу (таблица 2.2). Тогда количество воздуха $Q_{ЗАБ}$, $м^3$/мин, определяется по формуле /10/

$$Q_{ЗАБ} = q \cdot A_c \cdot z,$$

(2.3)

где q – норма воздуха на тонну суточной добычи, $м^3$/мин (таблица 2.2);

A_C – суточная добыча по участку, т;

z – коэффициент запаса воздуха, учитывающий утечки воздуха через выработанное пространство, неравномерность газовыделения в шахте (z = 1,45÷1,5).

Величину депрессии h, Па, подсчитывают:

а) при движении воздуха по трубопроводу

$$h = R_{TP} \cdot Q_{ЗАБ}^2 \cdot k_y \cdot g,$$

(2.4)

где $k_У$ – величина утечек воздуха, равная 1,05÷1,1;

$R_{ТР}$ – сопротивление трубопровода длиной 100 м;

L – длина трубопровода, м;

g – ускорение силы тяжести, м/с^2;

$Q_{ЗАБ}$ – количество воздуха, м^3/с.

Таблица 2.2 – Категория шахты в зависимости от ее газообильности

Категория шахт по газу	Относительная газообильность шахты, м^3/т	Норма воздуха на 1 т суточной добычи шахты, м^3/мин
I	до 5	1,0
II	от 5 до 10	1,25
III	от 10 до 15	1,5
Сверхкатегорийные	свыше 15	не менее 1,5

Сопротивление трубопровода $R_{ТР}$ на прямом участке в зависимости от типа и диаметра труб

$$R_{TP} = R_{100} \cdot \frac{L}{100},$$

где R_{100} - сопротивление трубопровода длиной 100 м (определяется по таблице 2.3);

б) при движении воздуха по горной выработке

$$h = \alpha \cdot \frac{P \cdot L}{S^3} \cdot Q_{ЗАБ}^2 \cdot g,$$

(2.5)

где α - коэффициент аэродинамического сопротивления выработки, кг·с^2/м^4; принимается в зависимости от состояния выработки, например, α=0,0005÷0,0006 – для штреков правильной формы без подрывки; α=0,0007÷0,0008 – для штреков с подрывкой; для загроможденных выработок α принимают больше на 0,0001÷0,001 кг·с^2/м^4;

P – периметр выработки, м;

S – площадь поперечного сечения выработки, м^2.

Таблица 2.3 – Сопротивления участка трубопровода длиной 100 м

Вентиляционный трубопровод	R_{100} при диаметре трубопровода, мм							
	300	400	500	600	700	800	900	1000
Металлические	100	22,8	5,8	2,5	1,1	0,6	0,3	0,16
Матерчатые	128	31,0	10,0	4,0	1,8	0,9	0,5	0,3

Текстовиниловые	56	10,8	3,3	1,2	0,5	0,25	0,13	0,08

Тип трубопровода (жесткий или гибкий) выбирают, исходя из принятого способа проветривания (всасывающего, нагнетательного), условий транспортирования и монтажа, требований эксплуатации.

Диаметр трубопровода принимают минимальный, чтобы скорость движения воздуха в нем не превышала 10÷15 м/с /1/. Поэтому после предварительного выбора диаметра трубопровода и определения депрессии, проверяют диаметр вентиляционной трубы по допустимой скорости движения воздуха по формуле

$$\vartheta = \frac{Q_{ЗАБ}}{F_T} < 10 \div 15 \text{ м/с},$$

(2.6)

где F_T – сечение трубопровода, м^2, ($F_T = \pi \cdot R^2$. Здесь R - -радиус трубопровода, м).

Если условие не выполняется, то принимают трубопровод большего диаметра и пересчитывают депрессию.

2. Выбор наиболее выгодного типа вентилятора производят по его индивидуальной характеристике, приводимой в каталогах завода-изготовителя. Рабочая точка вентилятора на его характеристике должна находиться в области экономичной ($\eta_{CT} \geq 0,6$) и устойчивой ($h \leq 0,9\ (h_{MAX})$) работы.

2.3.2 Задача 2

Условие задачи: через группу последовательно соединенных выработок проходит воздух в количестве Q м^3/с. Подсчитать общую депрессию, аэродинамическое сопротивление и эквивалентное отверстие последовательного соединения, если сопротивление отдельных выработок составляет: R_1, R_2, R_3, R_4 и R_5 кг·с^2/м^8 (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Исходные данные к задаче 2

Параметры	Номер варианта					
	1	2	3	4	5	6
Q, м^3/с	20	22	25	27	30	35
R_1, кг·с^2/м^8	0,04	0,03	0,025	0,035	0,04	0,05
R_2, кг·с^2/м^8	0,03	0,02	0,015	0,025	0,02	0,028
R_3, кг·с^2/м^8	0,015	0,010	0,02	0,012	0,016	0,014
R_4, кг·с^2/м^8	0,010	0,012	0,015	0,015	0,015	0,016
R_5, кг·с^2/м^8	0,025	0,018	0,017	0,020	0,010	0,013

Общая депрессия $h_{ПОСЛ}$, Па, последовательного соединения выработок равна сумме депрессий всех входящих в него выработок:

$$h_{ПОСЛ} = h_1 + h_2 + h_3 + ... + h_n, \qquad (2.7)$$

где h_1, h_2,…h_n – депрессия последовательно соединенных выработок.

Депрессия h отдельной протяженной выработки подсчитывается по формуле (2.5) (см. задачу 1). Но поскольку в условии данной задачи уже заданы сопротивления отдельных выработок, то депрессию каждой выработки можно определить по формуле

$$h = R \cdot Q^2 \cdot g,$$

(2.8)

где g – ускорение силы тяжести, м/с^2.

Общее аэродинамическое сопротивление последовательного соединения

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + ... + R_n,$$

(2.9)

Эквивалентные отверстия a, м^2, отдельных выработок находим по формуле

$$a = 1{,}19 \cdot \frac{Q}{\sqrt{h}},$$

(2.10)

где Q – количество воздуха, проходящее через выработку,м^3/с;

h – депрессия данной выработки, Па.

Общее эквивалентное отверстие последовательного соединения А, м^2, находят из выражения

$$\frac{1}{A^2} = \frac{1}{a_1^2} + \frac{1}{a_2^2} + \frac{1}{a_3^2} + ... + \frac{1}{a_n^2},$$

(2.11)

где a_1, a_2,… a_n – эквивалентное отверстие отдельных выработок.

2.3.3 Задача 3

Условие задачи: воздух в количестве Q,м^3/с, поступает по уклону (рисунок 5), аэродинамическое сопротивление которого R_1, кг·с^2/м^8. Затем при входе в штрек (пункт В) воздух разветвляется на два крыла пласта и, омыв забои, по вентиляционным штрекам направляется к вентиляционному ходку, аэродинамическое сопротивление которого R_8 и далее по нему поступает в воздухоотводящую выработку. Сопротивление остальных выработок (в кг ·с^2/м^8) : откаточных штреков – R_2 и R_5; очистных забоев – R_3 и R_6; вентиляционных штреков – R_4 и R_7 (таблица 2.5).

Подсчитать: общее аэродинамическое сопротивление рассматриваемой сети, общую депрессию, эквивалентное отверстие сети и принять распределение количества воздуха q_1 и q_2, м^3/с, проходящего по каждому крылу (ветви).

Таблица 2.5 – Исходные данные к задаче 3

Параметры	Номер варианта					
	1	2	3	4	5	6
Q, м^3/с	25	23	25	27	30	35
R_1, кг·с^2/м^8	0,04	0,03	0,025	0,035	0,04	0,05
R_2, кг·с^2/м^8	0,03	0,02	0,015	0,025	0,02	0,028
R_3, кг·с^2/м^8	0,015	0,010	0,02	0,012	0,016	0,014
R_4, кг·с^2/м^8	0,010	0,012	0,015	0,015	0,015	0,016
R_5, кг·с^2/м^8	0,042	0,023	0,033	0,032	0,037	0,025
R_6, кг·с^2/м^8	0,018	0,044	0,017	0,016	0,026	0,040
R_7, кг·с^2/м^8	0,039	0,031	0,037	0,035	0,029	0,031
R_8, кг·с^2/м^8	0,025	0,023	0,029	0,027	0,015	0,014

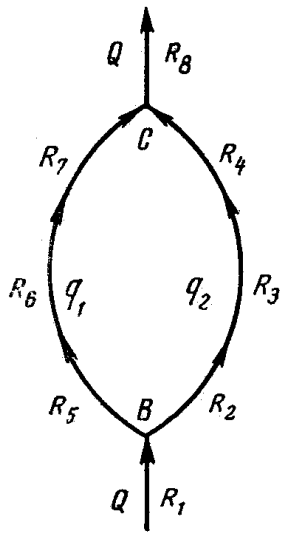


Рисунок 5 – Схема к задаче 3

1. Прежде всего подсчитываем аэродинамическое сопротивление ветвей параллельного соединения:

сопротивление левой ветви

$$R_{ЛЕВ} = R_5 + R_6 + R_7$$

сопротивление правой ветви

$$R_{ПР} = R_2 + R_3 + R_4.$$

2. Найдем общее сопротивление параллельного соединения, как бы заменив обе ветви одной фиктивной выработкой, эквивалентной им по сопротивлению.

Общее аэродинамическое сопротивление параллельного соединения $R_{ПАР}$ всегда меньше сопротивления любой его ветви и определяется из выражения

$$\frac{1}{\sqrt{R_{ПАР}}} = \frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}} + \ldots + \frac{1}{\sqrt{R_n}}$$

Если имеются всего две параллельные ветви, то формула упрощается

$$R_{ПАР} = \frac{R_1}{\left(1 + \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}\right)^2} = \frac{R_2}{\left(1 + \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}\right)^2}$$

(2.12)

3. Теперь рассматриваемую сеть можем представить как последовательное соединение и найти общее аэродинамическое сопротивление по формуле (2.9)

$$R = R_1 + R_{ПАР} + R_8.$$

4. Количество воздуха по ветвям параллельного соединения принимаем равным, т.е.

$$q_1 = q_2 = \frac{Q}{2}$$

5. Общую депрессию сети можно подсчитать следующими способами:

$$h = R \cdot Q \cdot g$$

$$h = \left(R_1 \cdot Q^2 + R_{ЛЕВ} \cdot q_1^2 + R_8 \cdot Q^2 \right) \cdot g.$$

6. Подсчитаем эквивалентное отверстие А, м^2, рассматриваемой сети по формуле

$$A = 1{,}19 \cdot \frac{Q}{\sqrt{h}}.$$

(2.13)

2.3.4 Задача 4

Условие задачи: подсчитать количество воздуха для проветривания лавообразной выработки после взрывных работ и скорость движения воздуха при следующих данных:

S – поперечное сечение лавообразной выработки, м^2;

$L_Л$ - длина выработки от места взрыва до ее сопряжения с вентиляционной выработкой, м;

B – количество взрывчатых веществ за одно взрывание, кг;

$t_{ПР}$ – время проветривания, мин.

Произвести ориентировочный выбор вентилятора и определить мощность его двигателя.

Таблица 2.6 – Исходные данные к задаче 4

Параметры	Номер варианта					
	1	2	3	4	5	6
S, м^2	6	5	7	8	9	6
$L_Л$, м	78	73	75	80	85	75
B, кг	25	27	28	30	31	24
$t_{ПР}$, мин	30	28	26	29	32	25

1.Для лав или лавообразных выработок количество воздуха для проветривания после взрывных работ Q, м^3/мин, подсчитывается по формуле /10/

$$Q = 25{,}5 \cdot \frac{S}{t_{ПР}} \cdot \sqrt{B \cdot S \cdot L_Л} \qquad (2.14)$$

2. При этом скорость движения воздуха ϑ, м^3/с составит

$$\vartheta = \frac{Q}{60 \cdot S}.$$

3. Депрессия h, Па, определяется для отдельной протяженной выработке по формуле (2.5) (см. задачу 1) или подсчитывается по формуле

$$h = \alpha \cdot \frac{P \cdot L_л}{S} \cdot \vartheta^2 \cdot g, \qquad (2.15)$$

где α - коэффициент сопротивления трения или коэффициент трения, кг·с^2/м^4. В расчетах принять α=0,0007÷0,0008 кг·с^2/м^4.

4. Периметр выработки трапециевидной формы поперечного сечения с достаточной для практики точностью может быть принят равным

$$P = 4{,}16 \cdot \sqrt{S}\,. \qquad (2.16)$$

5. Эквивалентное отверстие A_B,м^2, на которое фактически работает вентилятор местного проветривания, можно определить по формуле

$$A_B = 1{,}19 \frac{\cdot Q}{\sqrt{h}},$$

где Q, м^3/с; h, Па.

6. Для подбора вентилятора нужно определить требуемый диаметр его рабочего колеса D,м, который ориентировочно можно найти из выражения

$$D = \sqrt{\frac{A_B}{0{,}44}}\,.$$

По подсчитанным величинам требуемого количества воздуха, депрессии и диаметра рабочего колеса по справочникам ориентировочно подбирается вентилятор.

7. Мощность двигателя вентилятора N, кВт, определяется по формуле

$$N = \frac{Q \cdot h}{1000 \cdot \eta},$$

(2.17)

где h - статическое давление (депрессия), Па;

Q – подача вентилятора, м^3/с;

η - к.п.д. вентилятора (при подсчитанных значениях Q и h.

2.3.5 Контрольные вопросы:

1) Назначение и устройство вентиляторной установки местного проветривания.

2) Как осуществляется проветривание тупиковой выработки при нагнетательном и всасывающем способах проветривания?

3) Какие требования согласно ПБ предъявляются к установкам местного проветривания?

4) Из каких элементов состоит вентилятор местного проветривания серии ВМ. Что означают цифры в маркировке вентиляторов этой серии?

5) Какие типы труб применяются в установках местного проветривания при нагнетательном и всасывающем способах проветривания?

2.3.6 Литература: /1, с. 79-81; 3, с. 46-49; 4, с. 232-236/.